Uta Paul-Singhoff

1966

1966 № 247

Aus der Medizinischen Klinik mit Poliklinik

der

Universität Erlangen - Nürnberg

Direktor: Prof. Dr. N. Henning

Untersuchungen über die Brauchbarkeit der Endoradiosonde zur klinischen Magendiagnostik.

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

der

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

der

FRIEDRICH-ALEXANDER-UNIVERSITÄT

zu

ERLANGEN - NÜRNBERG

Vorgelegt von

Uta Paul, geb. Singhoff

aus Lerbeck

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN -

Dekan : Prof. Dr. G. Steinhardt

Referent: Prof. Dr. N. Henning

Tag der Prüfung: 13. 5. 1966

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535725_0070

Untersuchungen über die Brauchbarkeit der Endoradiosonde zur klinischen Magendiagnostik.

Die Endoradiosonde ist eine neue Methode zur telemetrischen Messung des pH im Magen und Darm. Auf elektromagnetischer Basis ist der Meßsender mit dem Empfangs- und Registriergerät gekoppelt. Über die technischen Probleme wurde bereits mehrfach berichtet. Ziel der vorliegenden Untersuchung war, die Schwankungsbreite der Meßwerte bei wiederholten Untersuchungen mit der Endoradiosonde bei Krankenhauspatienten und insbesondere Magenkranken zu prüfen. Mit der exakten Messung und Registrierung der pH-Werte in verschiedenen Magen-Darm-Bereichen bietet sich das Verfahren besonders auch zur Untersuchung von magenresezierten Patienten an, um Schleimhautareale mit erhaltener Säureproduktion zu erfassen.

Material und Methode:

Alle Messungen wurden mit der Heidelberger Kapsel und dem dazugehörigen Empfangs- und Meßgerät ausgeführt. +) Als Meßfühler diente eine Antimonelektrode, die die Sendefrequenz eines Subminiatursenders pH-abhängig steuerte. Die Sender sind zum einmaligen Gebrauch bestimmt und wurden in typischer Weise aktiviert und geeicht. Einlegen des Senders 5 Minuten in physiologische Kochsalzlösung, dann zur Alterung durch Einbringen in Pufferlösung pH2 3 Minuten, anschließend in pH7 3 Minuten. Nach diesem Alterungsprozeß erfolgte die Eichung durch Einhängen des Senders in Pufferlösung pH2 mit Registrierung der Meßwerte. pH2 wurde auf 3o kHz abgestimmt. Nach Spülen in Aqua dest. wurde der Sender in pH7 gebracht und der entsprechende Wert registriert. Die Eichung erfolgte im Konstantwasserbad bei 37° in einem von Heinkel konstruierten Gerät nach kontinuierlicher Durchmischung an der Eichantenne. Die Eichung wurde mit der Gürtelantenne vorgenommen. Einflüsse von den Motoren des Magnetrührwerkes

+) Wir danken der Firma Telefunken für die Unterstützung dieser Untersuchungen.

und der Magnetfelder bestanden nicht. Der Patient wurde aufgefordert, den vorübergehend in angewärmter Kochsalzlösung aufbewahrten geeichten Sender mit einem Schluck Wasser einzunehmen. Die pH-Registrierung erfolgte vom Beginn der Oesophaguspassage an. Alle Messungen führten wir im Liegen in halblinker Seitenlage aus. -- Insgesamt wurden 140 Untersuchungen ausgewertet. 98 mal erfolgte die Untersuchung am nüchternen Patienten. 18 mal konnte eine Kontrolluntersuchung an einem 2. Tag vorgenommen werden, 5 mal eine dritte und 3 mal eine vierte Kontrolle. Die Untersuchungen sind in Tabelle 1 gegliedert. Die pH-Werte wurden mit der zusammengesetzten Auswertskala nach Heinkel aus den Frequenzaufzeichnungen ermittelt.

Das Nüchtern-pH wurde zum biopotisch-histologischen Ergebnis der Magenschleimhaut und zur Funktionsprüfung mit dem Coffeinprobetrunk unter Ergänzung mit der Histaminprobe bei der Anacidität in Beziehung gesetzt. Nach dem Alkalitest wurden der Alkalisierungseffekt hinsichtlich der maximalen pH-Verschiebung unter Berücksichtigung der Dauer der Alkalisierung sowie der Zeit bis zum Wiedererreichen des Ausgangs-pH ausgemessen. Zusätzlich wurde beachtet, ob reaktiv überschießende Säure sezerniert wurde. Weiterhin wurde die Abhängigkeit des Alkalitestes von den Alkali- und Flüssigkeitsmengen untersucht und geprüft, ob ein Unterschied des Alkalitestes bei nüchternen Patienten und nach Poppkorngabe bestand. Die Lage des Senders im Magen kontrollierten wir mit HCl - oder Citropepsingabe. - Für den Vergleich der Meßwerte bei den einzelnen Untersuchungen wählte wir die Gruppierung:

Ausgangs-pH	pH nach Alkaligabe	
Zeit des Plateaus in min.	Zeit bis zum Wiedererreichen des Ausgangswertes in min.	reaktive Säurebildung bzw. pH-Differenz zum Ausgangswert.

Tabelle 1

insgesamt applizierte Endoradiosonden	172
untersuchte Patienten	140
Magenfunktionsteste mit Alkaligabe.	314
Alkaligabe 2/8	55mal
Alkaligabe 2/30	87mal
Alkaligabe 2/50	65mal
wiederholte Untersuchungen mit der Endoradiosonde	26
1. Kontrollen	18
2. Kontrollen	5
3. Kontrollen	3
Untersuchungen am nüchternen Patienten	98
Kontrolluntersuchungen nach Poppkorngaben	18
Untersuchungen von magenresezierten Patienten	6

ERGEBNISSE

Gliedert man die untersuchten Kranken nach den bioptisch-histologischen Diagnosen der Magenschleimhaut (Tabelle 2), so wurde bei 7 Patienten mit normaler und noch normaler Schleimhaut in 19 untersuchten Fällen Nüchtern-pH-Werte zwischen 1,0 und 2,4 gefunden. Die Mittelwerte bei den einzelnen Untersuchten betrugen zwischen pH-Wert 1,3 und 1,8. Alle Patienten waren norm- oder superacid. Auch bei der Oberflächengastritis sahen wir vorwiegend superacide Säurewerte nach der klinischen Funktionsuntersuchung. Die Meßwerte schwankten bei 4 Patienten mit 11 Untersuchungen zwischen pH 1,3 und 2,6, die Mittelwerte zwischen 1,4 und 2,1. Von 4 Untersuchten mit atrophischer Gastritis erbrachte die Nüchtern-pH-Messung Werte zwischen 0,8 und 5,0. Man muß bei den Patienten mit klinisch superacidem Magensaft und beginnender bioptisch-morphologisch atrophischer Gastritis annehmen, daß eine beginnende oder umschriebene Gastritis vorliegt, bei weitgehend erhaltenem Drüsenparenchym.

Zur Reaktionsabhängigkeit des Alkalitestes vom Ausgangsniveau haben wir die einzelnen Untersuchungen nach dem Ausgangs-pH und der applizierten Alkali- und Flüssigkeitsmenge gruppiert. 2 ml kaltgesättigte Natriumkarbonatlösung und 8 ml Aqua dest. wurden 50 mal appliziert. Bei einem Ausgangs-pH bis 1,4 (23 Untersuchungen) sahen wir einen Anstieg des pH im Mittel auf 5,5. Als Grenzwerte wurde die pH-Verschiebung bis 2,0 und 8,0 beobachtet. Die Zeit des Plateaus betrug im Mittel 3,5, im Minimum 0,1 Min., im Maximum 14,5 Min. Berücksichtigt man die Zeit bis zum Erreichen des Ausgangspunktes, so war bei einem Mittelwert von 8,3 die Mindestzeit 1,5 Min., die größte Zeit 2,5. Das Ausgangsniveau wurde aber in allen Fällen wieder erreicht. Die reaktive Säurebildung war in 9 von 23 Untersuchungen anzunehmen mit einer Unterschreitung des Ausgangswertes um 0,3 pH Einheiten (Tabelle 3). - Die gleichartigen Werte für den Ausgangsbereich pH 1,5 bis 2,0 und die Alkalitestgabe von 2/8 ml kaltgesättigtem Natriumkarbonat und Aqua dest. waren für den pH-Anstieg im Mittel 6,3

Nüchtern-pH des Magens mit der Endoradiosonde gemessen, nach der bioptisch-morphologischen Diagnose gegliedert.

Tabelle 2

Sonde Nr.	Nüchtern-pH	Mittelwert	Säuresekretion nach klinischer Diagnostik	klinische Diagnose
6 7	1,0 1,7	1,3	superacid	normale Magenschleimhaut
63 65 66	2,4 1,2 1,9	1,8	superacid	normale Magenhaut
77 78 79 81	1,6 1,1 1,9 2,1	1,6	superacid	normale Magenhaut
114 131 115	1,2 2,0 1,8	1,6	superacid	noch normale Magenschleimhaut
87 92	1,3 1,4	1,3	superacid	noch normale Magenhaut
10 14	1,1 1,7	1,4	superacid	noch normale Magenschleimhaut i. Übergang zur Oberflächengastritis
105 109 112	1,4 1,4 1,2	1,3	normacid	noch normale Magenschleimhaut
V	1,5			noch normale Magenschleimhaut
VI	2,0			noch normale Magenschleimhaut

Fortsetzung Tabelle 2

Sonde Nr.	Nüchtern-pH	Mittelwert	Säuresekretion nach klinischer Diagnostik	klinische Diagnose
102 100 107	1,3 1,0 2,0	1,4	superacid	leichte chron. Oberflächenentz.
46 50	2,0 2,2	2,1	superacid	leichte chron. Oberflächenentz.
94 103 99	1,4 2,6 1,7	1,8	superacid	mäßig ausgeprägte chron. Oberflächenentz.
121 124 129	2,2 1,4 2,0	1,8	superacid	mäßig ausgeprägte chron. Entzündung
58 57	0,8 2,0	1,4	superacid	ausgeprägte chron. Entzündung m. Atrophie
28 19	3,5 5,0	4,2	subacid	ausgeprägte Oberflächenentz. m. Atrophie
IV	2,5	2,5		ausgeprägte chron. Entzündung
III	2,5	2,5		ausgeprägte Atrophie m. Becherzellenmetaplasie
86 85	2,3 1,7	2,0	superacid	Atrophie m. Becherzellenmetaplasie

mit einem Minimum von 4,0 und einem Maximum von 8,0. Die Plateaubildung nach Alkaligabe betrug im Mittel 6,7, im Minimum 0,5, im Maximum 17 Min. Das Ausgangs-pH wurde im Mittel nach 13,5 Min. erreicht. Der Minimalwert war 4 Min., der größte 24. Nur 2 mal wurde eine reaktive Säurebildung 0,3 pH-Einheiten beobachtet. In 11 der 15 Fälle wurde das Ausgangs-pH nicht mehr erreicht (Tabelle 4). - Nur bei 7 Alkalitestgaben betrug das Ausgangs-pH zwischen 2,1 und 2,5. Die pH-Verschiebung reichte stets über 5,6, im Mittel 7,5. Einmal konnte die pH-Verschiebung bei Endausschlag des Schreibsystems nicht abgelesen werden. Die Plateaubildung schwankte zwischen 1,5 und 25,5 Min. Dauer. Der Ausgangs-pH-Bereich wurde nach 10 Min., maximal nach 31 Min. erreicht. Der Mittelwert betrug 18,5 Min. Eine reaktive Säurebildung nach den obengenannten Kriterien wurde in dieser Gruppe nicht beobachtet (Tabelle 5). - pH-Werte zwischen 2,6 und 3,0 sind seltener im nüchternen Magen anzutreffen. Nur 5 derartige Untersuchungen konnten ausgewertet werden. Die pH-Verschiebung nach dem Alkalitrunk (2/8) erreichte stets Werte über pH 7,2. Eine Plateaubildung war länger als 23 Min. nachweisbar. Eine deutliche Säuerung, der Bereich des Ausgangswertes, wurde im Minimum nach 26 Min., im Maximum nach 82 Min. gemessen. Bei einem der Untersuchten kam es nach dem Alkalitrunk zu einer deutlichen reaktiven Säurebildung mit einer Verschiebung der Ausgangsbasis um 2,9 pH-Einheiten (Tabelle 6).

Wird die Gesamtmenge des Probetrunkes auf 30 ml erhöht, so ergaben sich die korrespondierenden Werte zu den Tabellen 3 - 6 in Tabelle 7 - 10. Bei stark saurem Ausgangswert (bis pH 1,4) war bei 52 Untersuchungen ein mittlerer pH-Anstieg auf 4,4 zu beobachten. Während wir bei 2 ml kaltgesättigter Alkalilösung auf 10 ml mit Aqua dest. aufgefüllt stets eine Alkaliverschiebung beobachteten, fehlte die Reaktion bei 11 der 52 Untersuchungen. Die maximale pH-Verschiebung erreichte pH 8. Bei den 11 Testen mit fehlender Reaktion konnte eine Verschiebungszeit naturgemäß nicht gemessen werden. 41 Untersuchungen mit auswertbaren Alkalitestreaktionen zeigten im Minimum die Verschiebungen des pH auf 1,2. - Die Dauer einer Plateau-

Tabelle 3

pH-Verschiebung und Zeit der pH-Verschiebung nach Gabe von 2 ml kaltgesättigter Bikarbonatlösung und 8 ml Aqua dest. bei Ausgangswerten des pH bis 1,4.

1,0/8,0 4,5/10,0	+ 0,3	1,3/8,0 7,0/17,0	+ 0,2	1,0/8,0 1,0/6,5	+ 0,3
1,4/7,6 8,0/25,0	+ 0,1	1,0/6,0 4,5/8,0	+ 0,1	1,0/4,0 4,5/11,0	+- 0
1,0/3,9 0,5/5,5	+ 0,2	1,2/2,6 0,1/1,5	+ 0,7	1,1/4,4 0,1/1,5	+ 0,3
1,4/4,9 0,1/7,0	- 0,3	1,1/5,0 1,0/2,5	-0,1	1,0/3,5 0,1/4,0	+ 0,5
1,2/8,0 4,0/14,0	- 0,2	1,0/3,9 0,5/6,0	+- 0	1,3/8,0 44,0/52,0	+ 0,6
1,0/4,2 8,0/1,0	+ 1,0	1,4/6,0 0,1/5,0	+ 0,6	0,9/5,4 0,5/6,0	- 0,2
0,7/2,0 5,0/8,0	+- 0	1,2/8,0 7,0/9,0	+ 0,7	1,2/5,7 0,5/3,0	+- 0
1,0/6,1 0,5/3,0	+ 0,4	1,4/7,5 14,5/18,0	+ 0,8		

Tabelle 4

pH-Verschiebung und Zeit der pH-Verschiebung nach Gabe von 2 ml kaltgesättigter Bikarbonatlösung und 8 ml Aqua dest. bei Ausgangswerten des pH von 1,5 - 2,0.

1,5/5,5 4,0/9,0	- 0,5	1,5/5,0 4,0/1,0	+ 0,3	1,8/7,5 5,5/10,0	- 0,4
2,0/6,5 17,0/24,0	+ 0,1	1,8/7,5 10,0/15,0	- 0,8	1,8/8,0 7,0/24,0	- 0,8
1,9/5,2 4,0/9,0	- 0,7	2,0/8,0 6,0/9,0	+- 0	1,5/8,0 14,0/18,0	- 0,5
1,9/4,0 0,5/4,0	- 0,9	1,7/5,0 1,0/11,0	- 0,1	1,6/5,0 2,5/6,0	- 0,2
1,5/7,0 12,0/17,0	- 0,3	1,5/6,5 9,0/16,0	+- 0	1,9/6,3 4,0/20,5	+ 0,5

Tabelle 5

pH-Verschiebung und Zeit der pH-Verschiebung nach Gabe von 2 ml kaltgesättigter Bikarbonatlösung und 8 ml Aqua dest. bei Ausgangswerten des pH von 2,1 - 2,5.

2,1/8,0 2,0/20,0	- 0,2	2,1/8,0 14,5/24,0	+ 0,1	2,2/8,0 1,5/11,0	- 0,2
2,1/8,0 4,0/10,0	- 0,1	2,3/5,6 8,5/10,0	- 0,3	2,0/7,0 14,0/22,0	- 0,3
2,3/8,0 25,5/31,0	- 0,3				

Tabelle 6

pH-Verschiebung und Zeit der pH-Verschiebung nach Gabe von 2 ml kaltgesättigter Bikarbonatlösung und 8 ml Aqua dest. bei Ausgangswerten des pH von 2,6 - 3,0.

2,8/8,0 39,0/59,0	+ 0,2	3,0/8,0 27,0/35,0	+ 2,9	2,9/8,0 23,0/26,0	- 1,4
2,6/7,2 50,0/82,0	- 0,6	2,9/8,0 46,0/52,0	- 0,9		

bildung betrug bei dieser Gruppe im Mittel 3,7 Min. mit dem Minimalwert unter 1 Min. und dem Maximalwert von 19 Min. Das Ausgangs-pH wurde praktisch in allen Fällen wieder erreicht. Somit war die Gesamtalkalitestzeit stets zu ermitteln. Der Mittelwert war 9,7, der Minimalwert 0,8 Min., der Maximalwert 24 Min. Hinsichtlich der reaktiven Säurebildung fanden wir pH-Änderungen von mehr als 0,3 pH-Einheiten 18 mal, das sind 35 % (Tabelle 7).

In dem Ausgangsbereich zwischen pH 1,5 und 2 konnten 38 Alkaliteste ausgewertet werden. Eine fehlende pH-Verschiebung wurde 6 mal gesehen. Im Mittel war eine Verschiebung des Magenmilieu auf pH 5,4 zu beobachten. Der Minimalwert betrug 1,5, der Maximalwert über 8. Bei den auswertbaren Fällen fanden wir im Mittel eine Zeit der Plateaubildung von 4,3 Min., ein Minimum von unter 1 Minute und ein Maximum von 35 Min. Diese Untersuchung wich von dem nächstfolgenden Wert mit 12 Minuten deutlich ab. Auch die Zeit des Wiedererreichens des Ausgangs-pH war unterschiedlich und schwankte zwischen 1 und 92 Minuten. 20 Min. betrug die Zeit des Wiedererreichens des Ausgangswerte, wenn man den Einzelwert von 92 Minuten vernachlässigt. Die reaktive Säurebildung war nur 4 mal nachweisbar. Sie war auch in dem Fall mit extrem langer Alkalitestzeit deutlich (Tabelle 8).

Bei 15 Untersuchungen mit einem Ausgangs-pH zwischen 2,1 und 2,5 hatten 2 ml kaltgesättigte Bikarbonatlösung und 30 ml Aqua dest. 2 mal keine Wirkung. Die pH-Verschiebung erreichte im Mittel einen Wert von 4,6. Die Schwankungsbreite betrug eine pH-Verschiebung um 0,1 pH-Einheiten bis über 7 pH-Einheiten. Der Alkalitrunk erzeugte bei den Fällen mit positiver Reaktion im Mittel ein Plateau von 5,6 Min. Auch hierbei reichte die Schwankungsbreite vom fehlenden Plateau bis zu 17 Min. Im Durchschnitt wurde 11,7 Min. später das Ausgangs-pH wieder erreicht. Hierbei sah man eine Schwankungsbreite von 1 bis 34 Minuten. Eine reaktive Säurebildung war in dieser Gruppe nur 1 mal zu beobachten. 5 mal wurde das Ausgangs-pH nicht mehr voll erreicht (Tabelle 9).

Tabelle 7

pH-Verschiebung und Zeit der pH-Verschiebung nach Gabe von 2 ml kaltgesättigter Bikarbonatlösung und 30 ml Aqua dest. bei Ausgangswerten des pH von 0 - 1,4.

1,2/1,2 0/0,5	- 0,1	1,1/6,0 5,0/14,0	+ 0,6	0,8/6,0 3,0/16,0	+ 0,7
1,2/1,2 0/0	- 0,3	1,0/7,8 4,0/17,0	+- 0	1,0/5,0 0,5/1,5	+- 0
1,0/4,4 6,0/13,0	+- 0	1,0/5,2 14,0/17,0	+ 0,6	1,2/3,3 0/5,0	- 0,1
1,0/6,0 3,0/12,0	+- 0	1,0/6,5 7,0/17,0	+ 0,4	1,4/5,8 7,0/15,0	- 0,4
1,0/5,8 11,0/20,0	+- 0	1,0/5,0 2,5/7,0	+- 0	1,0/2,5 0,1/1,5	+- 0
1,0/5,5 19,0/24,0	+- 0	1,2/5,0 4,0/7,0	+ 1	1,4/3,2 0,1/1,0	+ 0,2
1,1/5,0 6,0/12,0	+- 0	1,1/4,7 5,0/10,0	+- 0	11,0/6,6 5,0/13,0	+ 1,1
1,4/2,7 0,1/1,5	+ 0,1	1,1/3,0 1,0/5,0	+ 0,3	1,3/3,4 7,0/16,0	+ 0,2
1,3/0 0/0	- 0,5	0,8/0,8 0/0	+- 0	0,6/0,6 0/0	+- 0
0,6/2,7 0,1/2,0	+ 1,5	1,4/8,0 0,5/7,0	- 0,4	1,0/8,0 1,0/6,0	- 0,1
1,0/2,4 0,1/0,8	+- 0	1,0/1,0 0/0	+- 0	1,0/5,9 1,0/5,0	+ 0,8

Tabelle 7

Fortsetzung

1,3/2,8 0,1/0,8	- 0,1	1,2/4,5 0,1/2,5	+ 0,3	1,1/4,2 0,3/7,0	+ 0,6
1,0/1,0 0/0	+ 0,5	1,3/6,6 0,1/4,0	+ 0,5	1,4/6,8 8,0/21,0	- 0,1
1,3/8,0 4,0/8,0	+ 0,7	1,4/1,4 0/0	- 0,2	1,2/1,2 0/0	+- 0
1,2/6,3 1,0/1,1	+- 0	1,2/5,9 7,0/16,0	- 0,4	0,8/5,2 4,0/19,0	+ 0,1
1,0/8,0 1,0/12,0	+ 0,5	1,4/1,4 0/0	+ 0,9	1,0/0 7,0/13,0	+ 1
1,3/8,0 7,0/13,0	+- 0	1,3/7,8 4,0/13,0	+- 0	0,5/8,0 0,3/6,0	+ 0,4

Tabelle 8

pH-Verschiebung und Zeit der pH-Verschiebung nach Gabe von 2 ml kaltgesättigter Bikarbonatlösung und 30 ml Aqua dest. bei Ausgangswerten des pH von 1,5 - 2,0.

1,6/5,5 4,5/15	+ 0,1	1,7/0 0/0	+ 0,3	2,0/5,8 7,0/13,0	- 0,1
1,8/5,9 5,0/11,0	+- 0	1,7/2,6 2,0/13,0	+ 0,7	1,5/5,5 4,0/12,0	+- 0
1,9/5,9 1,5/17,0	+- 0	1,8/4,0 1,0/4,0	+- 0	1,8/3,8 0,1/13,0	≠ 0,2
1,8/6,0 3,0/11,0	+ 0,2	1,8/6,0 1,0/7,0	+ o,1	2,0/8,0 0,1/3,0	+ 0,5
1,5/0 0/0	- 0,1	2,0/8,0 5,0/15,0	+- 0	2,0/8,0 6,5/11,0	+- 0
1,8/1,8 0/7,0	- 0,3	1,5/1,5 0/6,0	+- 0	1,5/4,3 0,2/1,0	- 0,3
1,5/7,0 35,0/92,0	+ 0,5	1,8/5,2 4,0/9,0	- 0,1	1,7/3,0 0,5/3,0	+ 0,3
1,9/6,0 2,0/9,0	+- 0	1,9/2,4 0/5,0	- 0,5	2,0/7,6 12,0/18,0	+ 0,2
1,7/6,0 9,0/13,0	+ 0,1	1,6/5,7 4,0/8,0	+- 0	1,5/6,4 12,0/17,0	+- 0
1,5/3,4 9,0/16,0	+ 0,1	2,0/5,0 1,5/10,0	- 0,1	1,6/5,7 4,0/8,0	+- 0
2,0/8,0 6,0/20,0	- 0,6	1,7/0 0/0	+- 0	2,0/5,3 4,0/20,0	- 0,2

Tabelle 8

Fortsetzung

1,8/5,9	+ o,2	2,0/8,0	- 0,2	1,9/5,5	- 0,6
9,0/11,0		5,0/38,0		1,5/15,0	
1,5/5,8	- 0,5	1,6/4,0	+- 0		
5,0/12,0		0,1/0,5			

Nur 4 Untersuchungen hatten das Ausgangs-pH zwischen 2,6 und 3,0. 1 mal fehlte eine Reaktion auf den Alkalitrunk, die übrigen 3 Untersuchten zeigten eine pH-Verschiebung von mindestens 3,5 Einheiten. Wir sahen nie eine reaktive Säurebildung. Die Zeit bis zum Wiedererreichen des Ausgangs-pH betrug zwischen 18 und 45 Minuten. Wenn man die fehlende Testreaktion nicht berücksichtigt (Tabelle 10).

Eine Erhöhung der Bikarbonatmenge bei einem Gesamtvolumen von 30 ml ließ bei 6 von 24 Untersuchungen mit einem Ausgangs-pH von 1,4 eine Reaktion vermissen (25 %). Bei den übrigen Fälien wurde im Mittel ein pH von 3,6 erreicht, wenn man die fehlende Testantwort zahlenmäßig berücksichtigt. Geht man nur von den Fällen aus mit erkennbarer Alkalisierung des Mageninhaltes, so betrug dieser Wert 4,8 mit einem Minimum von 1,2 und einem Maximum von pH 7,8. Die Plateaubildung betrug bei den auswertbaren Fällen im Mittel 4,2 Minuten mit einer Schwankungsbreite von 0,5 bzw. 0 - 14 Minuten. Das Ausgangs-pH war nach durchschnittlich 12 Minuten erreicht, wobei Werte zwischen 0 bzw. 0,5 und 36 Minuten gemessen wurden. 7 der 24 Untersuchten zeigten eine reaktive Säurebildung. Sie war nicht allein abhängig von der pH-Verschiebung, sondern trat auch einmal bei fehlender Testreaktion ein (Tabelle 11).
Bei den Untersuchten mit einem Ausgangs-pH zwischen 1,5 und 2 war 5 ml kaltgesättigte Bikarbonatlösung auf 30 ml Aqua dest. stets hinsichtlich der pH-Verschiebung wirksam. Die 31 Untersuchten zeigten nach der Alkaligabe im Mittel ein pH-Wert von 6,6 wobei das Minimum 3,8, das Maximum pH 8 betrug. Eine Plateaubildung schwankte zeitlich zwischen 0,1 und 52 Minuten bei einem Mittelwert von 13 Minuten. Die Ausgangslage war in 2,5 bis 53 Minuten wieder erreicht. Der errechnete Mittelwert ergab 22,5 Minuten. Eine reaktive Säurebildung wurde in dieser Gruppe 10 mal (32 %) gesehen, wenn man 0,3 pH-Einheiten als ausreichende Differenz bezeichnete (Tabelle 12

Die Gruppe mit Ausgangswerten zwischen pH 2,1 und 2,5 war mit 5 Untersuchten schwach besetzt. Auch hier war stets eine Testreaktion zu beobachten, die

Tabelle 9

pH-Verschiebung und Zeit der pH-Verschiebung nach Gabe von 2 ml kaltgesättigter Bikarbonatlösung und 30 ml Aqua dest. bei Ausgangswerten des pH von 2,1 - 2,5.

2,4/5,0 0,5/9,0	- 0,4	2,5/5,0 10,0/20,0	+- 0	2,5/5,5 14,0/20,0	± 0,8
2,1/3,7 1,5/6,0	+- 0	2,3/5,2 11,0/17,0	- 0,3	2,1/2,2 0,1/0,5	+- 0
2,1/2,5 0,1/0,5	+- 0	2,1/0 0/0	+ 0,1	2,2/5,7 0,5/5,0	- 0,7
2,5/4,2 0,1/1,0	- 0,7	2,1/0 0/0	+- 0	2,1/5,0 6,0/17,0	+ 0,2
2,3/2,9 2,0/3,0	+ 0,1	2,5/5,0 10,0/19,0	+ 0,1	2,4/8,0 17,0/34,0	- 0,4

Tabelle 10

pH-Verschiebung und Zeit der pH-Verschiebung nach Gabe von 2 ml kaltgesättigter Bikarbonatlösung und 30 ml Aqua dest. bei Ausgangswerten des pH von 2,6 - 3,0.

2,7/6,6 0/18,0	- 0,4	2,6/6,1 33,0/45,0	- 1	2,7/6,1 14,5/43,0	- 1,2
2,7/0 0/0	- 0,2				

Tabelle 11

pH-Verschiebung und Zeit der pH-Verschiebung nach Gabe von 5 ml kaltgesättigter Bikarbonatlösung und 30 ml Aqua dest. bei Ausgangswerten des pH bis 1,4.

1,0/0 0/0	- 0,1	0,9/1,8 0,1/1,0	+- 0	1,2/5,6 5,0/8,5	- 0,1
0,2/6,3 5,0/12,0	- 0,1	0,1/4,8 0,5/5,0	+- 0	1,1/5,6 6,0/13,0	+- 0
1,4/6,6 8,0/13,0	+- 0	1,0/3,9 1,5/7,0	+- 0	1,0/4,9 2,0/7,0	+- 0
1,3/5,5 3,0/11,5	+ 0,6	0,8/6,8 5,0/24,0	+- 0	1,0/0 0/0	- 0,3
0,7/0 0/0	- 0,4	0,4/0 0/0	- 0,1	1,3/7,0 4,0/36,0	+ 0,6
1,2/1,2 0/0,5	+ 1,1	1,1/6,0 5,0/14,5	+ 1,7	0,8/6,0 3,0/16,0	+ 1,5
1,2/1,2 0/0		1,0/7,8 4,0/17,0	+ 1	1,0/5,0 0,5/1,5	+ 1
1,0/4,4 6,0/13,0		1,0/5,2 14,0/17,0		1,2/3,3 0/5,0	

im Minimum eine Verschiebung auf pH 5,8, sonst bis 7 bewirkte. Das Plateau schwankte zwischen 6 und 32 Minuten, die Wiedersäuerung zum Ausgangs-pH zwischen 11 und 38 Minuten. Die entsprechenden Mittelwerte errechneten sich mit 13 und 17 Minuten. Zweimal sahen wir eine reaktive Säurebildung (Tabelle 13). Auch bei 3 Untersuchungen mit einem Ausgangs-pH zwischen 2,6 und 3 war durch 5 ml kaltgesättigte Bekarbonatlösung auf 3o ml Aqua dest. das Magenmilieu stets zu beeinflussen. Die Maximal-pH-Werte betrugen über 7. Das Plateau nach der Alkaligabe war 1o, 11 und 44 Min., die Zeit bis zur Wiedersäuerung 17, 59 und 65 Minuten. Keiner der Untersuchten zeigte eine reaktive Säurebildung (Tabelle 14). Faßt man den Einfluß der Alkalimenge und der Gesamtflüssigkeitsmenge in Abhängigkeit vom Ausgangs-pH zusammen, so ergeben sich die Werte der Tabelle 15. Es fällt dabei auf, dass ein stärker verdünnter Alkalitrunk entsprechend 2 ml kaltgesättigte Na-Bikarbonatlösung auf 3o ml Aqua dest. häufiger eine fehlende Testreaktion verursachte. Die Frequenz naehm bei stark sauren Magenmilieu zu und erreichte die hohe Quote von 21.5%. Erhöht man die Alkalimenge bei gleicher Flüssigkeitsmenge, so ergaben sich bei stark sauren Ausgangswerten bis pH 1,4 in 25% negative Testreaktionen. Die erhöhte Laugenkonzentration im Alkalitrunk (2 ml kaltgesättigte Bikarbonatlösung auf 1o ml Aqua dest.) erbrachte stets eine positive Reaktion auch bei stark sauren Magenmilieu. Die Verschiebungen des pH waren bei der geringen Alkalimenge am grössten und nahmen im Mittel bei weniger saurem Mageninhalt zu. Recht uncharakteristisch erwiesen sich die Reaktionen von 2/28 ml Alkaliprobetrunk. Die gleiche Gesetzmässigkeit vom Ausgans-pH zeigte sich auch bei 5 ml kaltgesättigter Na-Bikarbonatlösung auf 3o ml Aqua dest., wobei jedoch die mittlere pH-Verschiebung niedriger war als beim stärker konzentrierten Alkalitrunk (2/1o ml). Die Laugenmenge hat somit keinen direkten Einfluss auf die pH-Änderung. Beachtet man die mittleren Zeiten bis zur Wiedersäuerung, so ist vom Ausgangs-pH eine Abhängigkeit in allen 3 Gruppen nachzuweisen. Die mittlere Dauer der alkalischen Testverschiebung scheint von der Flüssigkeitsmenge mit abzuhängen. Bei stark sauren Ausgangswerten sahen wir bei 3o ml Testlösung unabhängig

Tabelle 12

pH-Verschiebung und Zeit der pH-Verschiebung nach Gabe von 5 ml kaltgesättigter Bikarbonatlösung und 30 ml Aqua dest. bei Ausgangswerten des pH von 1,5 - 2,0.

2,0/6,8 5,0/11,0	- 0,2	2,0/5,8 3,0/15,0	- 0,2	1,8/7,0 17,0/25,0	+ 2,7
1,8/7,0 15,0/50,0	+ o,5	1,9/7,0 6,5/44,0	+ 0,1	1,8/7,0 3,0/31,0	- 0,5
1,9/8,0 6,5/13,0	+ 0,4	1,9/8,0 11,5/31,0	- 0,4	1,5/5,8 5,0/16,0	+ 1
1,9/7,0 0,1/13,0	+- 0	2,0/8,0 52,0/53,0	- 0,1	1,9/8,0 22,0/27,0	+ 0,5
1,8/8,0 31,0/40,0	- 0,7	1,7/8,0 36,0/43,0	+ 0,4	1,5/5,1 2,0/9,0	+- 0
1,5/3,8 2,0/10,0	+ 0,5	2,0/7,0 5,0/8,0	- 0,1	1,9/7,0 8,0/17,0	- 0,4
1,5/5,9 4,0/9,0	+- 0	1,9/6,9 5,0/15,0	- 0,3	1,6/6,5 12,0/30,0	+ 0,2
2,0/6,5 10,0/22,0	+- 0	2,0/6,0 11,0/16,0	+- 0	2,0/6,5 7,0/19,0	+0
2,0/7,0 20,0/37,0	+- 0	2,0/3,0 1,5/2,5	- 1	1,9/6,0 2,5/11,0	+- 0
1,8/6,0 7,0/17,5	+ 0,1	2,0/6,5 3,0/11,0	+ 1,2	2,5/7,0 32,0/60,0	+ 1,5
2,0/7,0 31,0/80,0	+- 0				

Tabelle 13

pH-Verschiebung und Zeit der pH-Verschiebung nach Gabe von 5 ml kaltgesättigter Bikarbonatlösung und 30 ml Aqua dest. bei Ausgangswerten des pH von 2,1 - 2,5.

2,2/7,0 29,0/34,0	- 0,3	2,5/7,2 32,0/38,0	+ 0,4	2,5/7,0 7,0/11,0	- 1,3
2,4/7,0 21,0/33,0	+ 0,4	2,2/5,8 6,0/20,0	- 0,2		

Tabelle 14

pH-Verschiebung und Zeit der pH-Verschiebung nach Gabe von 5 ml kaltgesättigter Bikarbonatlösung auf 30 ml Aqua dest. bei Ausgangswerten des pH von 2,6 - 3,0.

2,7/7,0 44,0/59,0	- 0,1	2,6/7,2 11,0/17,0	- 0,1	2,8/7,0 10,0/65,0	- 1

Tabelle 15

Mittelwerte und Alkalitestreaktionen bei unterschiedlicher Alkaligabe nach dem Ausgangstest gruppiert.

Alkali-menge	n	Ausgangs-pH	pH-Verschiebung M.	Max.	Min.	Zeit bis zur Wiedersäuerung M.	Max.	Min.
2/8	23	bis 1,4	5,5	8,0	2,0	8,3	25,0	1,5
	15	1,5-2,0	6,3	8,0	4,0	13,5	24,0	4,0
	7	2,1,-2,5	7,5	8,0	5,6	18,5	31,0	10,0
	5	2,6-3,0	7,8	8,0	7,2	50,8	82,0	26,0
2/28	51	bis 1,4	5,4	8,0	1,2	9,7	24,0	0,8
	38	1,5-2,0	5,4	8,0	1,5	13,8	92,0	1,0
	15	2,1-2,5	4,6	8,0	2,2	11,7	34,0	1,0
	4.	2,6-3,0	6,2	6,6	0,1	33,0	45,0	18,0
5/25	24	bis 1,4	4,8	7,8	1,2	12,0	36,0	0,5
	31	1,5-2,0	6,6	8,0	3,8	22,5	53,0	2,5
	5	2,1-2,5	6,8	7,2	5,8	27,2	38,0	11,0
	3.	2,6-3,0	7,0	7,2	7,0	47,0	65,0	17,0

von der Konzentration des Natriumbikarbonats längere Testzeiten. Die Sicherheit, eine alkalische pH-Verschiebung zu erzie len, hängt wesentlich von der Konzentration des Natriumbikarbonats, die Dauer der pH-Verschiebung vom gegebenen Flüssigkeitsvolumen ab.

Bei 8 Patienten haben wir in wiederholten Untersuchungen geprüft, ob Poppkorngaben den Alkalitest beeinflussten. Insgesamt konnten 38 Testreaktionen ausgewertet werden. Das Ausgangs-pH war bei 6 der 8 Patienten nach Poppkorngabe saurer, die pH-Verschiebung durch den Alkalitest bei 5 der Untersuchten nach Poppkorngabe geringer. Einmal blieb die Testreaktion gleich, 2 mal war nach Poppkorngabe eine größere Verschiebung des pH zum alkalischen Milieu zu beobachten. Die Mittelwerte für das Ausgangs-pH, die pH-Verschiebung und Zeit der Wiedersäuerung ist in Tabelle 16 eingetragen. Berücksichtigt man die Zeit bis zum Wiedererreichen der sauren Ausgangslage, so war bei der Hälfte der Patienten die Testreaktion mit Poppkorngabe länger, 1 mal blieb sie gleich und 3 mal war sie etwas kürzer. Die Unterschiede sind nicht bedeutend.

Die Variabilität der Alkalitestreaktion wurde durch die Wiederholung der Teste geprüft. Bei 25 Patienten konnten 61 Untersuchungen mit 160 Alkalitestreaktionen ausgewertet werden. Die Ergebnisse hinsichtlich der Mittelwerte und Schwankungsbreite sind in Tabelle 17 eingetragen. Bei Ausgangs-pH-Werten kleiner als 2,5 schwanken die Werte nur bis maximal 0,5 pH-Einheiten. Die Variabilität der pH-Verschiebung durch Alkaligaben war bei größerer Zahl der Kontrolluntersuchungen erwartungsgemäß höher. Wir sahen bei einem Patienten mit 14 Alkalitesten die Variabilität von negativer Reaktion bis zur pH-Verschiebung über 7 pH-Einheiten. Bei den übrigen Patienten mit erkennbarer Testreaktion durch 2 ml kaltgesättigte Bikarbonatlösung auf 10 ml Aqua dest. waren maximale Schwankungen des höchsten pH um 2,8 Einheiten nachweisbar. Die größere Flüssigkeitsmenge verursachte hinsichtlich der maximalen pH-Verschiebunge eine größere Variabilität (Tabelle 17). Eine negative Reaktion bei einzelnen

Tabelle 16

Mittel- und Grenzwerte mit und ohne Poppkorn eingetragen.

ohne Poppkorn					mit Poppkorn				
Zahl der Unters.	Zahl der Teste	ApH	CpH	dmin	Zahl der Unters.	Zahl der Teste	ApH	CpH	dmin
2	14	1,2 1-1,9	4,6 0-7,8	9,9 1-24	1	6	1,5 1,1-2,4	3,3 1,2-6	6,3 0,5-14,5
1	1	2,7	6,6	18	1	2	2,5	5,2 5-5,5	20 20
1	1	1,6	5,7	8	1	4	1,4 1,2-1,9	4,6 2,8-5,8	7,5 0,8-15
1	1	2,3	5,2	17	1	1	1,7	7,6	-
2	5	1,3 1,1-1,5	5,3 2,7-8	10,5 0,1-12	1	2	1,0 0,8-1,2	5,5 5,2-5,9	17,5 16-19
1	1	1,9	8	10	1	2	1,4 1,4-1,5	7,1 6,6-7,6	21 18-25
1	1	2,2	8	9	1	1	2	8	9
1	1	1	8	16	1	1	1,9	5,2	9

ApH = Ausgangs-pH

CpH = max. pH-Verschiebung

dmin = Dauer der Alkalitestreaktion in Min.

Tabelle 17

Mittelwerte, maximale und minimale Abweichungen bei wiederholten Alkalitesten einzelner untersuchter Patienten.

Name	Zahl der Untersuchungen	Zahl der Teste	ApH	CpH	cmin	dmin	Alkali	Acidität
Mu.	2	14	1,3 1,0-2,0	3,7 0-8,0	2,7 0-7,0	7,5 0,-17,0	2/8	superacid
Ka.	2	7	1,3 1,0-1,7	4,8 3,5-6,0	0,6 0,1-2,5	5,2 1,5-11,0	2/8	superacid
Ge.	2	2	2,1 2,0-2,2	8,0 8,0	6,0 6,0	9,0 9,0	2/8	superacid
Sach.	2	2	1,4 1,0-1,9	6,2 5,2-8,0	5,5 4,0-5,0	14,5 9,0-16,0	2/8	normacid
Le.	2	4	4,1 3,5-5,0	8,0 8,0	13,0 10,0-15,0	27,3 22,0-36,0	2/8	subacid
Ti.	2	2	2,1 2,1	8,0 8,0	4,5 2,0-7,0	28,6 14,0-20,0	2/8	normacid
Mü.	2	2	6,0 5,5-6,5	8,0 8,0	8,0 8,0	13,0 12,0-14,0	2/8	

1. Fortsetzung von Tabelle 17

Name	Zahl der Untersuchungen	Zahl der Teste	ApH	CpH	cmin	dmin	Alkali	Acidität
Hi.	2	3	1,3	6,1	5,0	12,6	2/30	superacid
Zoll.	2	3	2,4 2,0-2,7	5,7 5,0-6,6	7,1 10,0-14,0	16,7 18,0-20,0	2/30	subacid
Su.	2	3	1,4 0,8-2,0	6,8 6,0-7,6	16,6 3,0-35,0	42,0 16,0-92,0	2/30	superacid
Kno.	2	3	1,4 1,1-1,7	6,1 5,7-6,6	6,0 4,0-9,0	11,3 8,0-13,0	2/30	superacid
Schu.	2	5	1,5 1,2-1,9	4,8 2,8-5,7	2,1 0,1-5	7,6 0,8-15,0	2/30	superacid
Jo.	2	2	2,0 1,7-2,3	6,4 5,2-7,6	7,5 4,0-11,0	17,0 0-17,0	2/30	superacid
Ha.	2	6	1,6 1,0-2,5	4,2 0,-Ø,8,0	1,0 0-2,0	5,5 0-7,0	2/30	superacid
Zwie.	2	2	1,6 1,2-2,0	6,4 5,9-7,0	5,5 4,0-7,0	8,0 0-8,0	5/30	superacid
Fu.	2	4	1,1 0,9-1,9	5,5 0-8,0	6,8 0-16,5	11,3 0-23,0	5/30	superacid

2. Fortsetzung von Tabelle 17

Name	Zahl der Untersuchungen	Zahl der Teste	ApH	CpH	cmin	dmin	Alkali	Acidität
Ull.	2	4	1,2 1,0-1,5	6,8 5,6-8,0	2,7 1,0-5,0	7,8 0-12,0	5/30	
Dro.	3	20	1,3 1,0-2,4	3,9 0-7,8	5,8 0-19,0	8,8 0-24,0	2/30	superacid
Voi.	3	16	1,4 0,6-2,5	3,1 0-8,0	0,3 0,-1,5	3,3 0-10,0	2/30	superacid
Rö.	3	10	1,2 0,5-2,0	5,3 0-8,0	3,1 0-6,0	10,7 0-20,0	2/30	
Swi.	3	7	1,2 0,8-1,5	5,4 2,7-8,0	4,3 0,1-12,0	12,6 1,5-21,0	2/30	normacid
Ba.	3	5	1,8 1,4-2,2	7,8 7,0-8,0	22,1 1,0-29,0	26,4 5,0-53,0	5/30	superacid
Mum.	4	9	1,7 1,0-2,2	7,5 6,0-8,0	8,5 0,5-17,0	16,1 8,0-24,0	2/8	
Edl.	4	14	1,7 1,7-2,3	4,9 0-5,9	3,8 0-10,0	11,5 0-19,0	2/30	superacid
Ne.	4	11	1,7 1,1-2,7	4,7 3,2-8,0	10,2 0,1-33,0	21,2	2/30	superacid

Testapplikationen war bei 5 von 8 Patienten mit mehr als 5 Alkalitestversuchen auffallend häufig. Größere Flüssigkeitsmenge mit höherem Alkaligehalt (5 ml kaltgesättigte Bikarbonatlösung auf 30 ml H_2O) erbrachte eine geringere Variabilität der Testreaktionen. Die Dauer der pH-Verschiebung war ebenfalls sehr unterschiedlich und schwankte bei einzelnen Untersuchten mit mehr als 5 Versuchen und einem Alkalitest mit 2/8 ml über 10 Minuten. Auch bei größerer Flüssigkeitsgabe war eine ähnliche Variabilität der Dauer der pH-Änderungen zu beobachten, die in einzelnen Fällen über 70 Minuten betrug (Tabelle 17) Die Alkaligabe führt bei wiederholter Applikation somit nicht zu einem gesetzmäßig reproduzierbaren Verlauf der intragastralen pH-Kurve.

Von besonderem Interesse war weiterhin, ob die Wiederholung des Alkalitestes an verschiedenen Tagen ähnliche Reaktionen gibt oder stärkere Schwankungen. Tabelle 18 enthält die Einzel- bzw. Mittelwerte bei 25 Patienten mit 61 Untersuchungen. Dreimal wurde die Untersuchung an 4 Tagen wiederholt. Das Ausgangs-pH bei den 3 superaciden Patienten schwankte um etwa 1 pH-Einheit mit einem Mittel von pH 2. Beurteilt man die maximale pH-Verschiebung bei gleichem Alkalitesttrunk so war einmal an allen vier Tagen die Reaktion gleichartig bei unterschiedlicher Dauer der alkalischen pH-Verschiebung. Beim zweiten Patienten zeigten sich bei wiederholten Testen an den einzelnen Tagen größere Schwankungen, wobei die maximale pH-Verschiebung an den verschiedenen Tagen gleich blieb. Beim 3. Patienten war am 4. Tag ein atypisches Verhalten zu beobachten. Während an drei Tagen Schwankungen der Alkalitestreaktion zwischen pH 3,2 und 6 beobachtet wurden, fehlte am 4. Tag die Alkalitestreaktion. Andererseits war sie sehr ausgeprägt. Die zeitlichen Schwankungen waren bei allen Patienten recht groß. Es bestanden wesentliche Unterschiede zwischen kürzesten und längsten Testzeiten. Deutliche Abweichungen wurden bei 2 Patienten an je einem der 4 Untersuchungstage gesehen. Fünf Patienten hatten Untersuchungen an drei Tagen. Die Schwankungen des Ausgangs-pH entsprachen den vorgenannten Untersuchungen und waren stets unter pH 2,5. Die gelegentlich bei den 4 mal untersuchten Patienten aufgetretenen Schwankungen waren deutlicher, wobei an einzelnen Tagen teil-

Tabelle 18

Alkalitestreaktion, Mittelwerte und Grenzwerte bei Wiederholung der Untersuchung an einzelnen Patienten an verschiedenen Tagen.

Name	Untersuchg.	Zahl d. Teste	ApH	CpH	cmin	dmin
Mu.	1.	5	1,1 1,0-1,5	5,7 0-8	3,3 0-7,0	8,5 0-17
	2.	9	1,4 1,0-2,0	1,5 0-4,0	0,5 0-4,5	2,2 0-11,0
Ka.	1.	4	1,1 1,0-1,4	4,4 3,5-5,0	0,3 0,1-1,0	3,7 1,5-7,0
	2.	3	1,5 1,4-1,7	5,3 5,0-6,0	1,2 0,1-2,5	7,3 5,0-11,0
Ge.	1.	1	2,0	8,0	6,0	8,0
	2.	1	2,2	8,0	6,0	8,0
Sach.	1.	1	1,0	8,0	5,0	16,0
	2.	1	1,9	5,2	4,0	9,0
Le.	1.	3	4,4 3,5-4,7	8,0	14,0 12,0-15,0	29,3 22,0-36,0
	2.	1	5,0	8,0	10,0	-
Ti.	1.	1	2,1	8,0	7,0	14,0
	2.	1	2,1	8,0	2,0	20,0
Mü.	1.	1	5,5	8,0	8,0	14,0
	2.	1	6,5	8,0	8,0	12,0
Hi.	1.	2	1,0 1,0	6,2 6,0-6,5	5,0 3,0-7,0	14,5 12,0-17,0
	2.	1	1,9	6,0	2,0	9,0

ApH, CpH und dmin - siehe Seite 24, Tabelle 16

1. Fortsetzung zu Tabelle 18

Name	Unter-suchg.	Zahl d. Teste	ApH	CpH	cmin	dmin
Zoll.	1.	1	2,7	6,6	-	18
	2.	2	2,5 2,5	5,2 5,0-5,5	12,0 10,0-14,0	20,0 20,0
Su.	1.	2	1,2 0,8-1,5	6,5 6,0-7,0	19,0 3,0-35,0	59,0 16,0-82,0
	2.	1	2,0	7,6	12,0	18,0
Kno.	1.	1	1,7	6,0	9,0	13,0
	2.	2	1,3 1,1-1,6	6,1 5,7-6,6	4,5 4,0-5,0	10,5 8,0-13,0
Schu.	1,	4	1,6 1,2-1,9	4,6 2,8-5,8	1,6 0,1-5,0	7,5 0,5-15,0
	2.	1	1,6	5,7	4,0	8,0
Jo.	1.	1	2,3	5,2	11,0	17,0
	2.	1	1,7	7,6	4,0	-
Ha.	1.	3	1,6 1,3-1,9	6,8 6,0-8,0	1,0 0,1-2,0	3,6 0-7,0
	2.	3	1,6 1,0-2,5	0	0	0
Zwie.	1.	1	2,0	7,0	7,0	-
	2.	2	1,4 1,1-1,8	8,0 8,0	19,6 8,3-31,0	26,0 12,0-24,0
Fu.	1.	3	0,9 0,3-1,0	0,8 0-1,8	1,3 0-4,0	3,6 0-10,0
	2.	1	1,9	6,7	16,5	23,0
Ull.	1.	2	1,4 1,0-1,5	8,0 8,0	2,5 1,0-4,0	6,0 0-12,0
	2.	2	1,1 1,1-1,2	5,7 5,6-5,9	3,0 1,0-5,0	5,7 3,0-8,5

2. Fortsetzung zu Tabelle 18

Name	Untersuchg.	Zahl d. Teste	ApH	CpH	cmin	dmin
Dro.	1.	6.	1,5 1,1-2,4	3,3 1,2-6,0	0,9 0-5,0	6,3 1,0-14,5
	2.	8	1,2 1,0-1,8	4,2 0-7,8	3,0 0-14,0	8,3 1,0-17,0
	3.	6	1,2 1,0-1,9	4,5 2,4-5,8	6,6 0,1-19,0	12,0 1,5-24,0
Voi.	1.	11	1,4 0,6-2,2	1,8 0-5,7	0,2 0-1,5	1,4 0,5-10,0
	2.	3	1,0 1,0	2,7 0-5,9	0,3 0-1,0	1,9 0-5,0
	3.	2	2,2 2,0-2,5	8,0 8,0	0,2 0,1-0,3	1,5 0-3,0
Rö-	1.	3	1,4 1,0-2,0	8,0 8,0	2,5 0,5-6,0	11,0 6,0-20,0
	2.	4	1,3 1,2-1,5	1,5 0-6,3	0,2 0-1,0	0,2 0-1,0
	3.	3	1,0 0,5-1,3	7,9 7,8-8,0	3,7 0,3-7,0	10,6 6,0-13,0
Swi.	1.	3	1,3 1,1-1,5	4,0 2,7-6,4	4,3 0,1-12,0	7,8 1,5-17,0
	2.	2	1,3 1,3-1,4	7,4 6,8-8,0	6,0 4,0-8,0	14,5 8,0-21,0
	3.	2	1,0 0,8-1,2	5,5 5,2-5,9	5,5 4,0-7,0	17,5 16,0-19,0
Ba.	1.	2	2,0 1,8-2,2	7,0 7,0	17,0 6,5-29,0	23,5 13,0-34,0
	2.	1	1,4	8,0	1,0	5,0
	3.	2	1,9 1,8-2,0	8,0 8,0	37,0 22,0-52,0	40,0 27,0-53,0

3. Fortsetzung zu Tabelle 18

Name	Unter-suchg.	Zahl d. Teste	ApH	CpH	cmin	dmin
Mum.	1.	4.	2,1 2,0-2,2	7,6 6,5-8,0	11,6 1,5-17,0	17,5 10-24,0
	2.	2	1,4 1,0-1,8	7,0 6,0-8,0	3,7 0,5-7,0	16,0 8,0-24,0
	3.	1	1,5	8,0	14,0	18,0
	4.	2	1,3 1,2-1,5	7,5 7,0-8,0	9,0 6,0-12,0	13,0 9,0-17,0
Edl.	1.	5	2,1 1,6-2,0	5,2 4,0-5,9	3,3 0-7,0	9,5 0-15,0
	2.	4	1,3 1,0-1,7	3,0 0-5,5	1,5 0-4,0	8,0 0-13,0
	3.	1	1,9	5,9	1,5	17,0
	4.	4	2,2 2,1-2,5	3,2 0-5,0	4,5 0-10,0	9,7 0-19,0
Ne.	1.	3	1,2 1,1-1,4	4,3 3,2-5,0	3,7 0,1-6,0	7,6 1,0-12,0
	2.	2	1,9 1,3-2,6	4,7 3,4-6,1	20,0 7,0-33,0	30,5 16,0-45,0
	3.	2	2,1 1,5-2,7	4,7 3,4-6,1	11,7 9,0-14,5	28,5 16,0-43,0
	4.	4	2,6 1,7-2,0	5,6 0-8,0	6,5 0-9,0	13,0 0-38,0

weise Abweichung zu großen pH-Verschiebungen nach dem Alkalitest zum Teil der gering ausgeprägten Reaktion zu finden waren. - Große Schwankungen sahen wir auch hinsichtlich der Zeit der Plateaubildung und des Wiedererreichens der sauren Ausgangslage. Diese Beobachtungen konnten an den 17 Patienten bestätigt werden, die an 2 meist aufeinanderfolgenden Tagen kontrolliert wurden. Während die Ausgangslage, das Nüchtern-pH stets einheitlich war, auch bei schwachsauren Werten um pH 5 und 6, ergaben sich größere Differenzen. Wertet man die maximale pH-Verschiebung nach dem Alkalitrunk innerhalb 1,5 pH-Einheiten als ähnlich, so war dieser Befund 11 mal zu erheben. 6 mal bestanden wesentliche Abweichungen. Die Variabilität der Dauer der Plateaubildung und der Zeit bis zum Wiedererreichen des Ausgangs-pH schwankten zwischen den Untersuchungen stark und auch innerhalb der einzelnen Untersuchungen bei wiederholten Testen. Als größte Streuung sahen wir bei 20 Testen während einer Untersuchung im Minimum 3, im Maximum 35 Min. als Plateaubildung und bzw. 82 Minuten bis zum Erreichen des Ausgangswertes. Nach den in Tabelle 18 vorgelegten Ergebnissen besteht nur eine relative Reproduzierbarkeit der Meßdaten nach dem Alkalitest.

Die Säurebildung im Restmagen anacider Patienten läßt sich mit angebundenen Endoradiosonden gut kontrollieren, da auch beim sekretarmen Magen eine exakte pH-Messung möglich ist. Von 6 Untersuchten boten 3 Säurewerte, die einer maximalen Säurekonzentration bis pH 1,5 entsprachen. Einmal wurde längere Zeit ein Säurewert von pH 2,5 ermittelt, 1 mal um 3 und nur eine der 6 Untersuchten hatte eine sehr geringe Säuerung über kurze Zeit mit maximalen Werten von pH 5. Die kontinuierliche Aufzeichnung des pH ließ den Zufluß alkalischen Darmsekretes zum sauren Milieu erkennen oder den Zufluß sauren Mageninhaltes zum alkalischen Darm-pH bei tiefer Sondenlage.

DISKUSSION

Die Endoradiosonde ist eine einfache und den Patienten wenig belastende Untersuchungsmethode zur Funktionsdiagnostik von Magenkranken. Hinsichtlich technischer Belange wurde wiederholt berichtet. Die Meßgenauigkeit entspricht den klinischen Erfordernissen. Bei der Prüfung des Wertes der Endoradiosondenuntersuchung zur klinischen Diagnose wurden Korrelationen zum Histamintest aufgestellt (Connel und Waters). Nach diesen Ergebnissen reflektiert die pH-Messung im Magen die Säuresekretionskapazität. Es besteht kein Zweifel und wird durch die vorliegende Untersuchung bestätigt, daß das Nüchtern-pH gut mit dem Funktionsergebnis der Super- und Normacidität korreliert. Da eine relative Abhängigkeit dieser Befunde auch von dem morphologischen Zustand der Schleimhaut bewiesen wurde, ist verständlich, daß Beziehungen auch zu diesem Befund bestehen. Man findet bei normaler Schleimhaut oder leichter Oberflächenentzündung mit intaktem Drüsenparenchym gesetzmäßig ein pH unter 2,5. Die vorgelegten Ergebnisse zeigten die Korrelation zum klinischen Funktionsresultat der Superacidität auch wenn bioptisch-morphologisch umschrieben eine Reduktion des Drüsenparenchyms anzunehmen war. Man muß jedoch beachten, daß Funktionsuntersuchung und histologischer Befund zwei verschiedene Dimensionen sind, die nicht streng parallel gehen können.

Wichtigster Punkt der vorliegenden Untersuchungsreihe war die Reproduzierbarkeit des Alkalitestes. Nöller hat zur Prüfung der Säuresekretionsleistung mit telemetrischer Messung des pH den "Alkalitest" inauguriert. Man spricht von der Alkalitestzeit und hoffte, damit physiologische und pathologische Vorgänge mit der Heidelberger Kapsel sicher erfassen zu können. Auf der Basis des Alkalitestes wurden auch pharmakologische Prüfungen unternommen. Die Reproduzierbarkeit des Alkalitestes wird als ausgezeichnet angegeben (Nöller und Kodabaksh). Es war zu prüfen, ob die Individualstreuung der Säurebildungsleistung des Magens, geprüft

mit dem Alkalitest, bei Magenkranken unterschiedliche Reaktionen zeigt und welche Faktoren den Testausfall beeinflussen.

Es ist verständlich, daß die vorgelegten Ergebnisse eine Abhängigkeit der pH-Verschiebung durch einen Alkalitest vom Ausgangsmilieu aufzeigen. Die Variabilität war aber so groß, daß keine Gesetzmäßigkeit vorzuliegen scheint. Die maximale pH-Verschiebung nach Alkaligabe ist neben dem Ausgangsmilieu von der Menge der enthaltenen Flüssigkeit, von der Durchmischung des vorhandenen Magensekretes mit der zugeführten Alkalimenge, von der Benetzung der Kapsel mit dem Alkalitrunk und von der Magenentleerung abhängig. Diese Faktoren scheinen sehr wesentlich das Testergebnis zu beeinflussen. Bei schwach sauren Ausgangswerten war die pH-Verschiebung durch den Alkalitest regelmäßig mit größerer Differenz nachweisbar.

Connel und Waters betonen, daß 5 ml gesättigte Natriumbikarbonatlösung 6,5 Milliäquivalent HCl neutralisieren. Nach diesen Berechnungen würde die Alkalitestmenge von Nöller das Basalsekret über mehr als eine Stunde neutralisieren. Da die Alkalitestzeit bei 5 ml gesättigtem Natriumbikarbonat im Durchschnitt mit 20 Minuten angegeben wird (Nöller), müssen andere Faktoren eine wesentliche Rolle spielen. Die aus diesen Überlegungen sich ergebenden und zur Reduktion der Alkalitestzeit verringerte Menge Bikarbonat (Heinkel und Zörcher) wurde bei den vorliegenden Untersuchungen benutzt. Es wurde bei orientierenden Untersuchungen mit kleinen Flüssigkeitsmengen 10 ml Gastrografin geprüft, daß die Flüssigkeit sich rasch zwischen den Falten des Magens verteilt (Heinkel und Frick). Sinnvoll war es daher, den Alkalitest mit größerer Flüssigkeitsmenge auszuführen. Füllt man 2 ml Natriumbikarbonat auf 30 ml auf, so erhält man eine 6,5 % Verdünnung des gesättigten Natriumbikarbonats. Bei der Verdünnung 2 ml gesättigtes Natriumbikarbonat auf 10 ml Aqua dest. liegt eine 20 % Lösung vor. 16,5 % erhält man, wenn 5 ml Natriumbikarbonat auf 30 ml Aqua dest. aufgefüllt werden. Es war nicht vorauszusehen, daß die Sicherheit der Alkalitestreaktion von der Konzentration des

Testtrunkes abhängt. Die 6,5% Lösung mit gleichem Alkaligehalt wie die 2o% Lösung erbrachte in 1/5 der Fälle ein negatives Testergebnis. Man muss annehmen, dass die Alkalilösung bei verdünnten Testlösungen häufig an dem Sender vorbeifließt. Ob es sich hierbei um einen Effekt der Lauge handelt oder um einen Effekt der isotonen bzw. anisotonen Flüssigkeit kann nicht beantwortet werden. Die Steuerung der Magenentleerung scheint dabei auch eine Rolle zu spielen. Das Endergebnis beweist, dass eine höhere Alkalikonzentration, auch in geringer Menge, zu einer gesetzmässigen Alkaliverschiebung führt. Verdünntere Laugen haben eine grössere Schwankungsbreite mit häufig fehlender Reaktion. Die Abhängigkeit vom Ausgangsmilieu lässt sich auch bei verdünnteren Laugenlösungen nachweisen. Alkalitestzeiten werden im Mittel länger, wenn man grössere Flüssigkeitsmengen gibt. Damit ist es zweifelhaft, dass die Magenentleerung gesetzmässig mit grösserer Flüssigkeitsmenge rascher erfolgt.

Nöller appliziert vor der Endoradiosondenuntersuchung Poppkorn, um bessere Ausgangslagen für den "Alkalitest" mit einer geringen Sekretionsanregung zu erzielen. In unserer Untersuchungsreihe wichen die Ergebnisse nach Poppkorngabe nicht gesetzmässig von den einfachen Testen ab. Es bleibt danach offen, ob die Gabe von Poppkorn einen Gewinn für die Funktionsdiagnostik des Magens mit der Endoradiosonde darstellt.

Von besonderem Interesse war die individuelle Streuung der Testreaktionen bei Magenkranken. Hier zeigte sich eine sehr grosse Variabilität. Sowohl bei kleiner wie grosser Flüssigkeitsgabe war die Schwankungsbreite innerhalb der einzelnen Untersuchungen erheblich. Auch bei der Wiederholung an verschiedenen Tagen konnte keine individuelle Testzeit oder Testreaktion ermittelt werden.

Der Schlauchmethode wirft man vor, dass emotionelle Faktoren in die Regulation der Säurebildung eingreifen. Sicher ist die Belastung der Patienten bei der Endoradiosondenuntersuchung gering, jedoch lassen sich nicht untersuchungsbedingte Fremdeinflüsse nicht ausschliessen, so dass auch bei diesen

Untersuchungen die Variabilität durch Unterschiede in der Selbststeuerung bedingt, vorkommen müssen. Die beste Studie zu diesem Problem brachte Wolf und Wolf an der Färbung der Magenschleimhaut eines Patienten mit einer Magenfistel und ektopischer Magenschleimhaut. Geringe Aufregung, Ärger und Angst änderten das Erscheinungsbild der Magenschleimhaut und ihr funktionelles Verhalten. Die größere Variabilität des Alkalitestes kann daher nicht dem Meßverfahren zur Last gelegt werden, sondern ist eine Folge, die sich nur durch eine pharmakologisch gesteuerte Ausgangslage ausgleichen läßt. Da die diagnostischen Aussagen aus dem Nüchtern-pH einen großen Wert besitzen, ist dem Alkalitest und seinem Ausfall nur ein zusätzlicher informativer Wert für eine normale oder gestörte Magenfunktion zuzuschreiben. Der Alkalitest kommt dem optimalen Meßbereich der pH-empfindlichen Endoradiosonde entgegen, da er das Meßmilieu vom stark sauren Bereich des Magens in den schwach sauren Bereich verlagert. Die Untersuchungen von Heinkel und Glor haben aber gezeigt, daß die Verschlußzeit des Polyrus, wie sie von Nöller besonders betont wird, keine Parallelität zur Alkalitestzeit bringt. Bei der Auswertung der Säurekurven muß man neben der Säurebildung, dem Sekretvolumen, vor allem die motorische Aktivität berücksichtigen.

Kolig und Volmar haben die "Etagenradiosondenuntersuchung" beim Magenresezierten mitgeteilt. Unsere Resultate beweisen den Wert dieser Untersuchung und lassen sekretionsfähige Schleimhautareale des Magens mit größerer Sicherheit erkennen. Der Alkalitest hat nur einen Wert, wenn man eine gute pylorusähnliche Funktion der Anastomose voraussetzt, so daß ein Reservoir für Flüssigkeit im Magen entsteht. Bei der "Etagenradiosondenuntersuchung" sollte die Sonde am Faden fixiert werden, so daß man durch die Einführungstiefe die Lage schätzen kann und die Magenpassage verlangsamt. Sicher ist die röntgenologische Kontrolle der Sondenlage von größtem Wert. In vielen Fällen genügt es aber durch die kontinuierlich aufgezeichneten pH-Werte während der "langsamen" Passage der Endoradiosonde durch den Magen, Anastomosengegend zum Dünndarm, die nötigen Informationen zu erhalten.

Zusammenfassung:

An 172 Endoratiosondenuntersuchungen bei 14o Patienten mit insgesamt 314 Alkalitesten werden die Faktoren bestimmt, die die Änderung des Magenmilieus beeinflussen.

Das pH im nüchternen Magen gibt bereits Auskunft über den Funktionszustand. Es besteht eine lockere Koppelung zur histologischen Struktur der Schleimhaut.

Für die Änderung des pH durch Alkaligabe ist das Ausgangsmilieu für die Sekretmenge entscheidend. Bei stärker verdünnten Lösungen kommt es häufiger zum negativen Testausfall. Eine echte Durchmischung des Bikarbonates mit dem Magensekret ist nach den Untersuchungen unwahrscheinlich. Die Dauer der Alkalisierung ist sehr wechselnd und für eine diagnostische Aussage nicht zuverlässig.

Es werden die zu erwartenden Mittelwerte für die pH-Verschiebung bei verschiedenem Ausgangs-pH und die durchschnittliche Zeit bis zur Wiedersäuerung mitgeteilt. Im Kollektiv findet sich eine Abhängigkeit, wobei ein höher konzentrierter Alkalitrunk die grössere pH-Verschiebung und eine geringere Dauer der Plateaubildung verursacht.

Poppkorn bewährte sich nicht zur Steigerung des Wertes der Endoradiosondenuntersuchung. Die Sekretionsanregung und Beeinflussung der Motorik erscheint gegenüber den einfachen Versuchen unbedeutend.

Prüft man die Aussagen der Endoradiosondenuntersuchungen an verschiedenen Tagen, so findet man grössere Schwankungen in der pH-Verschiebung und Zeit bis zur Wiedersäuerung. Das Ausgangs-pH war weitgehend konstant.

Für die Diagnostik mit der Endoradiosonde ist die Beurteilung des pH im nüchternen Magen von grösster Bedeutung. Die Funktionsprüfung bei sauerem Milieu mit dem Alkalitest kann nur Hinweise geben, da sicher motorische Phänomene insbesondere die Magenentleerung den Testausfall beeinflussen. Eine Durchmischung des Magensekretes mit der zugeführten Alkalimenge ist nicht zu erwarten.

L e b e n s l a u f

Uta P a u l , geb. Singhoff, geb. 2. 4. 1938 in Schneidemühl

Eltern: Arthur Singhoff, Zahnarzt, geb. 12. 2. 1896 in Berlin,
Ella Singhoff, geb. 2. 9. 1905 in Pinnow

Schulen: 1945 Eintritt in die Volksschule
1949 Wechsel in das Mädchengymnasium
1958 Abitur

Studium: 1958 Sommersemester Beginn des Studiums an der
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster
1962 zahnärztliche Vorprüfung) an der Friedrich-Alexander-
1965 zahnärztliche Abschlussprüfung) Universität in Erlangen

Nach Beendigung des Studiums bin ich in der zahnärztlichen Praxis meines Vaters tätig.

Literaturverzeichnis

1) CONNEL, A.M. u. T. E. WATERS: Assessment of gastric function by pH telemetering capsule: Laacet, 8/1 , 227 (1964)

2) NÖLLER, H.G. : Die Endoradiosonde zur elektrischen pH-Messung im Magen und ihre klinische Bedeutung. Dtsch. Med. Wschr. 39, 1707 (1960)

3) NÖLLER, H.G. u. G. KHODABAKSH: Die Säurebildung des Magens und ihre Individualstreuung. Fortschr. d. Med. 82, 264 (1964)

4) NÖLLER, HG. : Die Meßtechnik mit Endoradiosonden und ihre Anwendung in der Pädiatrie. 2nd. Int. Conf. on Medical Electronics, Paris 1959 296

5) HEINKEL, K. u. G. ZÖRCHER: Schlauchlose pH-Messung im Magen-Darm-Kanal. Z. F. Gastroenterologie 1 , 74, (1963)

6) HEINKEL, K. u. W. FRIK: Persönliche Mitteilung.

7) HOCHBERG, K., H.G. NÖLLER u. TH. KELLY: Magenuntersuchung mit der Heidelberger Kapsel. Müch. med. Wschr. 106, 17, 789 (1964)

8) GLOOR, M.: Inaug. Diss. 1966

9) KOLIG, G. u. J. VOLLMAR: Die Etagen-Radiosonden-Untersuchung. Langenbecks Arch. u. Dtsch. Ztschr. f. Chir. 301, 194 (1962)

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. N. Henning für die Möglichkeit zu danken, an der Medizinischen Universitätsklinik in Erlangen unter Professor Dr. K. Heinkel wissenschaftlich zu arbeiten. Besonders danke ich für die Übernahme des Referates.

Herr Professor Dr. K. Heinkel hat mir das Thema überlassen und mich in der Ausführung der Versuche beraten. Er unterstützte mich auch bei der Zusammenstellung der Arbeit, wofür ich ihm an dieser Stelle besonders danke.